

**Exhaust emission control system for an internal combustion engine**

Patent Number: ■ EP1081348, A3  
Publication date: 2001-03-07  
Inventor(s): TAKAOKA NOBUAKI (JP); TAKANOHASHI TOSHIKATSU (JP)  
Applicant(s): HONDA MOTOR CO LTD (JP)  
Requested Patent: ■ JP2001073747  
Application Number: EP20000119037 20000901  
Priority Number(s): JP19990247943 19990901  
IPC Classification: F01N11/00; F02D41/02  
EC Classification: F02D41/14D1D, F01N11/00C, F02D41/02C4D1  
Equivalents:  
Cited patent(s): EP0903478; EP0903479; EP1054141; US5771685; US5154055

**Abstract**

An exhaust emission control system for a nitrogen oxide removing device, the control system having a first oxygen concentration sensor provided upstream of the nitrogen oxide removing device, a second oxygen concentration sensor provided downstream of the nitrogen oxide removing device. A first response delay time period from the time when the output value from the first oxygen concentration sensor has changed to a value indicative of a rich air-fuel ratio to the time when the output value from the second oxygen concentration sensor becomes a value indicative of a rich air-fuel ratio is measured. A second response delay time period from the time when the output value from the first oxygen concentration sensor has changed to a value indicative of a lean air-fuel ratio, to the time when the output value from the second oxygen concentration sensor becomes a value indicative of a lean air-fuel ratio is measured. Deterioration of the nitrogen oxide removing device is determined according to the

first and second response delay time periods. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-73747

(P2001-73747A)

(43) 公開日 平成13年3月21日 (2001.3.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 0 1 N 3/20		F 0 1 N 3/20	C 3 G 0 8 4
3/08		3/08	A 3 G 0 9 1
3/28	3 0 1	3/28	3 0 1 C 3 G 3 0 1
F 0 2 D 41/14	3 1 0	F 0 2 D 41/14	3 1 0 F
45/00	3 1 4	45/00	3 1 4 Z
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 12 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-247943

(22) 出願日 平成11年9月1日 (1999.9.1)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 高岡 伸明

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内

(72) 発明者 鷹嘴 年克

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内

(74) 代理人 100105119

弁理士 新井 孝治

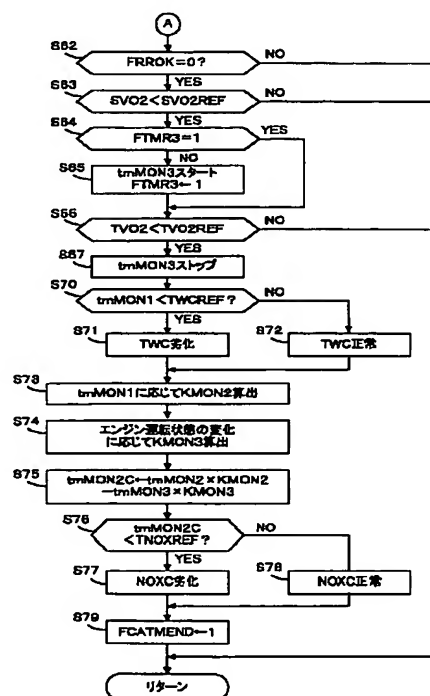
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

## (57) 【要約】

【課題】 NO<sub>x</sub>浄化装置の上流側及び下流側にセンサを配置して、NO<sub>x</sub>浄化装置の劣化度合を判定する場合において、従来より正確な判定を行うことができるようにした排気浄化装置を提供する。

【解決手段】 内燃機関1の排気系には、三元触媒14、二値型O<sub>2</sub>センサ18、NO<sub>x</sub>浄化装置15、二値型O<sub>2</sub>センサ19がこの順序で配置されている。空燃比をリッチ化した場合における、O<sub>2</sub>センサ18の出力の変化時点からO<sub>2</sub>センサ19の出力変化時点までのタイマ計測値tmMON2と、空燃比をリーンに戻した場合における、O<sub>2</sub>センサ18の出力の変化時点からO<sub>2</sub>センサ19の出力変化時点までのタイマ計測値tmMON3とに基づいて、補正タイマ計測値tmMON2Cが算出され (S75)、NO<sub>x</sub>浄化装置15の劣化が判定される (S76, S77)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気系に設けられ、排気リーン状態において排気中の窒素酸化物を吸収し、排気リッチ状態において吸収した窒素酸化物を還元する窒素酸化物浄化手段を備えた排気浄化装置において、前記窒素酸化物浄化手段の上流側に設けられ、排気中の酸素濃度を検出する第1の酸素濃度センサと、前記窒素酸化物浄化手段の下流側に設けられ、排気中の酸素濃度を検出する第2の酸素濃度センサと、前記機関に供給する混合気の空燃比を理論空燃比よりリーン側からリッチ側に切り換えた後に、前記第1の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値に変化した時点から、前記第2の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値となる時点までの第1の応答遅れ時間を計測する第1の計測手段と、前記空燃比を理論空燃比よりリッチ側からリーン側に切り換えた後に、前記第1の酸素濃度センサの出力値がリーン空燃比を示す値に変化した時点から、前記第2の酸素濃度センサの出力値がリーン空燃比を示す値となる時点までの第2の応答遅れ時間を計測する第2の計測手段と、前記第1及び第2の応答遅れ時間に基づいて前記窒素酸化物浄化手段の劣化を判定する劣化判定手段とを備えることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関し、特に窒素酸化物を浄化する窒素酸化物浄化装置を備え、窒素酸化物浄化装置の劣化判定機能を有する排気浄化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】内燃機関に供給する混合気の空燃比を理論空燃比よりリーン側に設定する（いわゆるリーン運転を実行する）と、窒素酸化物（以下「NOx」という）の排出量が増加する傾向があるため、機関の排気系にNOxを吸収するNOx吸収剤を内蔵するNOx浄化装置を設け、排気の浄化を行う技術が従来より知られている。このNOx吸収剤は、空燃比が理論空燃比よりリーン側に設定され、排気中の酸素濃度が比較的高い（NOxが多い）状態（以下「排気リーン状態」という）においては、NOxを吸収する一方、逆に空燃比が理論空燃比よりリッチ側に設定され、排気中の酸素濃度が比較的低い状態（以下「排気リッチ状態」という）においては、吸収したNOxを放出する特性を有する。このNOx吸収剤を内蔵するNOx浄化装置は、排気リッチ状態においては、NOx吸収剤から放出されるNOxはHC、COにより還元されて、窒素ガスとして排出され、またHC、COは酸化されて水蒸気及び二酸化炭素として排出されるように構成されている。

【0003】また排気を浄化する手段としては、酸化還

元作用を有する三元触媒も広く使用されており、排気系の上流側から順に三元触媒及びNOx浄化装置を設けるとともに、NOx浄化装置の上流側及び下流側に空燃比センサを配置し、空燃比をリーン空燃比からリッチ空燃比に変化させたとき、あるいは逆にリッチ空燃比からリーン空燃比に変化させたときの2つの空燃比センサ出力に基づいてNOx浄化装置の劣化を判定するようにした排気浄化装置が、従来より知られている（特開平11-93744号公報）。

【0004】この従来の装置では、空燃比をリーン空燃比からリッチ空燃比に変化させたときまたはその逆に変化させたときに、NOx浄化装置の上流側及び下流側に配置した空燃比センサ出力が理論空燃比相当の値を保持する期間を計測し、該計測した期間に基づいて劣化判定が行われる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の装置では、空燃比センサ特性のばらつきを考慮していないため、計測結果が応答特性のばらつきによって変化し、劣化判定が不正確となる場合があった。すなわち上記従来の装置では、NOx浄化装置の上流側（三元触媒下流側）に設けた空燃比センサ出力が理論空燃比相当の値を保持する期間RCUと、NOx浄化装置の下流側に設けた空燃比センサ出力が理論空燃比相当の値を保持する期間RCDとを計測し、時間TSTR=RCU-RCDにより、NOx浄化装置の劣化が判定されるが、この時間TSTRは、例えば2つの空燃比センサの一方の応答特性が速く、他方の応答特性が遅い場合と、その逆の場合とでは、異なった値となり、劣化判定の精度を低下させる。

【0006】本発明はこの点に着目してなされたものであり、NOx浄化装置の上流側及び下流側にセンサを配置して、NOx浄化装置の劣化度合を判定する場合において、従来より正確な判定を行うことができるようにした排気浄化装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため請求項1に記載の発明は、内燃機関の排気系に設けられ、排気リーン状態において排気中の窒素酸化物を吸収し、排気リッチ状態において吸収した窒素酸化物を還元する窒素酸化物浄化手段を備えた排気浄化装置において、前記窒素酸化物浄化手段の上流側に設けられ、排気中の酸素濃度を検出する第1の酸素濃度センサと、前記窒素酸化物浄化手段の下流側に設けられ、排気中の酸素濃度を検出する第2の酸素濃度センサと、前記機関に供給する混合気の空燃比を理論空燃比よりリーン側からリッチ側に切り換えた後に、前記第1の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値に変化した時点から、前記第2の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値となる時点までの第1の応答遅れ時間を計測する第1

の計測手段と、前記空燃比を理論空燃比よりリッチ側からリーン側に切り換えた後に、前記第1の酸素濃度センサの出力値がリーン空燃比を示す値に変化した時点から、前記第2の酸素濃度センサの出力値がリーン空燃比を示す値となる時点までの第2の応答遅れ時間を計測する第2の計測手段と、前記第1及び第2の応答遅れ時間に基づいて前記窒素酸化物浄化手段の劣化を判定する劣化判定手段とを備えることを特徴とする。

【0008】この構成によれば、機関に供給する混合気空燃比を理論空燃比よりリーン側からリッチ側に切り換えた後に、第1の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値に変化した時点から、第2の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値となる時点までの第1の応答遅れ時間と、空燃比を理論空燃比よりリッチ側からリーン側に切り換えた後に、第1の酸素濃度センサの出力値がリーン空燃比を示す値に変化した時点から、第2の酸素濃度センサの出力値がリーン空燃比を示す値となる時点まで第2の応答遅れ時間とが計測され、これらの第1及び第2の応答遅れ時間に基づいて窒素酸化物浄化手段の劣化が判定される。ここで第2の応答遅れ時間は、窒素酸化物浄化手段が劣化しているか否かには、大きく依存せず、酸素濃度センサの特性ばらつきが反映されることが、実験的に確認されているので、窒素酸化物浄化手段の劣化度合が反映される第1の応答遅れ時間とともに、第2の応答遅れ時間を用いて劣化判定を行うことにより、酸素濃度センサの特性ばらつきの影響を排除して、より正確な判定を行うことが可能となる。

【0009】より具体的には、第2の応答遅れ時間に応じて第1の応答遅れ時間を補正し、該補正後の第1の応答遅れ時間に応じて劣化を判定するとよい。またその場合には、第1の応答遅れ時間の計測時点から、第2の応答遅れ時間の計測時点までの期間における前記機関の運転状態の変化に応じて補正係数を算出し、該補正係数により前記第2の応答遅れ時間を補正し、該補正後の第2の応答遅れ時間を用いて前記第1の応答遅れ時間の補正を行うことが望ましい。

【0010】また第1の酸素濃度センサの上流側に三元触媒が設けられている場合には、三元触媒の劣化度合を判定する三元触媒劣化判定手段を設け、前記補正後の第1の応答遅れ時間及び前記三元触媒の劣化度合とに基づいて窒素酸化物浄化手段の劣化を判定することが望ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明の実施の一形態にかかる排気浄化装置を含む、内燃機関（以下「エンジン」という）及びその制御装置の全体構成図であり、例えば4気筒のエンジン1の吸気管2の途中にはスロットル弁3が配されている。スロットル弁3にはスロットル弁開度(θTH)センサ4が連結されており、当該スロット

ル弁3の開度に応じた電気信号を出力してエンジン制御用電子コントロールユニット（以下「ECU」という）5に供給する。

【0012】燃料噴射弁6はエンジン1とスロットル弁3との間かつ吸気管2の図示しない吸気弁の少し上流側に各気筒毎に設けられており、各噴射弁は図示しない燃料ポンプに接続されていると共にECU5に電気的に接続されて当該ECU5からの信号により燃料噴射弁6の開閉時間が制御される。

【0013】一方、スロットル弁3の直ぐ下流には負荷検出手段としての吸気管内絶対圧(PBA)センサ8が設けられており、この絶対圧センサ8により電気信号に変換された絶対圧信号は前記ECU5に供給される。また、その下流には吸気温(TA)センサ9が取付けられており、吸気温TAを検出して対応する電気信号を出力してECU5に供給する。

【0014】エンジン1の本体に装着されたエンジン水温(TW)センサ10はサーミスタ等から成り、エンジン水温(冷却水温)TWを検出して対応する温度信号を出力してECU5に供給する。エンジン1の図示しないカム軸周囲又はクランク軸周囲には、エンジン回転数(NE)センサ11及び気筒判別(CYL)センサ12が取り付けられている。エンジン回転数センサ11は、エンジン1の各気筒の吸入行程開始時の上死点(TDC)に関し所定クランク角度前のクランク角度位置で(4気筒エンジンではクランク角180°毎に)TDC信号パルスを出力し、気筒判別センサ12は、特定の気筒の所定クランク角度位置で気筒判別信号パルスを出力するものであり、これらの各信号パルスはECU5に供給される。

【0015】排気管13には三元触媒14と、窒素酸化物浄化手段としてのNOx浄化装置15とが上流側からこの順序で設けられている。三元触媒は、酸素蓄積能力を有し、エンジン1に供給される混合気空燃比が理論空燃比よりリーン側に設定され、排気中の酸素濃度が比較的高い排気リーン状態では、排気中の酸素を蓄積し、逆にエンジン1に供給される混合気空燃比が理論空燃比よりリッチ側に設定され、排気中の酸素濃度が低く、HC、CO成分が多い排気リッチ状態では、蓄積した酸素により排気中のHC、COを酸化する機能を有する。

【0016】NOx浄化装置15は、NOxを吸収するNOx吸収剤及び酸化、還元を促進するための触媒を内蔵する。NOx吸収剤としては、エンジン1に供給される混合気空燃比が理論空燃比よりリーン側に設定され、排気中の酸素濃度が比較的高い(NOxが多い)排気リーン状態においては、NOxを吸蔵する一方、逆にエンジン1に供給される混合気空燃比が理論空燃比近傍または理論空燃比よりリッチ側に設定され、排気中の酸素濃度が比較的低い排気リッチ状態においては、吸蔵したNOxを放出する特性を有する吸蔵式のもの、ある

いは排気リーン状態においては $\text{NO}_x$ を吸着し、排気リッチ状態において還元する吸着式のものを使用する。 $\text{NO}_x$ 浄化装置15は、排気リーン状態においては、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に $\text{NO}_x$ を吸収させる一方、排気リッチ状態においては、 $\text{NO}_x$ 吸収剤から放出される $\text{NO}_x$ が $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ により還元されて、窒素ガスとして排出され、また $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ は酸化されて水蒸気及び二酸化炭素として排出されるように構成されている。吸蔵式の $\text{NO}_x$ 吸収剤としては、例えば酸化バリウム( $\text{BaO}$ )が使用され、吸着式の $\text{NO}_x$ 吸収剤としては、例えばナトリウム( $\text{Na}$ )とチタン( $\text{Ti}$ )またはストロンチウム( $\text{Sr}$ )とチタン( $\text{Ti}$ )が使用され、触媒としては吸蔵式及び吸着式のいずれにおいても、例えばロジウム( $\text{Rh}$ )、パラジウム( $\text{Pd}$ )、白金( $\text{Pt}$ )などの貴金属が使用される。

【0017】 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収能力の限界、すなわち最大 $\text{NO}_x$ 吸収量まで、 $\text{NO}_x$ を吸収すると、それ以上 $\text{NO}_x$ を吸収できなくなるので、適時 $\text{NO}_x$ を放出させて還元するために空燃比のリッチ化、すなわち還元リッチ化を実行する。三元触媒14の上流位置には、比例型空燃比センサ17(以下「 $\text{LAF}$ センサ17」という)が装着されており、この $\text{LAF}$ センサ16は排気中の酸素濃度(空燃比)にほぼ比例した電気信号を出力し、 $\text{ECU5}$ に供給する。

【0018】三元触媒14と $\text{NO}_x$ 浄化装置15との間及び $\text{NO}_x$ 浄化装置15の下流位置には、それぞれ二値型酸素濃度センサ(以下「 $\text{O2}$ センサ」という)18、19が装着されており、これらのセンサの検出信号は $\text{ECU5}$ に供給される。この $\text{O2}$ センサ18、19は、その出力が理論空燃比の前後において急激に変化する特性を有し、その出力は理論空燃比よりリッチ側で高レベル

$$TOUT = TiM \times KCMD \times K_{LAF} \times K1 + K2 \dots (1)$$

ここに、 $TiM$ は基本燃料量、具体的には燃料噴射弁6の基本燃料噴射時間であり、エンジン回転数 $NE$ 及び吸気管内絶対圧 $PBA$ に応じて設定された $Ti$ マップを検索して決定される。 $Ti$ マップは、エンジン回転数 $NE$ 及び吸気管内絶対圧 $PBA$ に対応する運転状態において、エンジンに供給する混合気の空燃比がほぼ理論空燃比になるように設定されている。

【0023】 $KCMD$ は目標空燃比係数であり、エンジン回転数 $NE$ 、スロットル弁開度 $\theta TH$ 、エンジン水温 $TW$ 等のエンジン運転パラメータに応じて設定される。目標空燃比係数 $KCMD$ は、空燃比 $A/F$ の逆数、すなわち燃空比 $F/A$ に比例し、理論空燃比のとき値1.0をとるので、目標当量比ともいう。また目標空燃比係数 $KCMD$ は、後述するように還元リッチ化を実行するときは、空燃比をリッチ化するリッチ化所定値 $KCMDR$ に設定される。

【0024】 $K_{LAF}$ は、フィードバック制御の実行条件が成立するときは、 $\text{LAF}$ センサ17の検出値から算

となり、リーン側で低レベルとなる。

【0019】エンジン1は、吸気弁及び排気弁のバルブタイミングを、エンジンの高速回転領域に適した高速バルブタイミングと、低速回転領域に適した低速バルブタイミングとの2段階に切換可能なバルブタイミング切換機構30を有する。このバルブタイミングの切換は、弁リフト量の切換も含み、さらに低速バルブタイミング選択時は2つの吸気弁のうち一方を休止させて、空燃比を理論空燃比よりリーン化する場合においても安定した燃焼を確保するようにしている。

【0020】バルブタイミング切換機構30は、バルブタイミングの切換を油圧を介して行うものであり、この油圧切換を行う電磁弁及び油圧センサが $\text{ECU5}$ に接続されている。油圧センサの検出信号は $\text{ECU5}$ に供給され、 $\text{ECU5}$ は電磁弁を制御してエンジン1の運転状態に応じたバルブタイミングの切換制御を行う。

【0021】 $\text{ECU5}$ は、各種センサからの入力信号波形を整形し、電圧レベルを所定レベルに修正し、アナログ信号値をデジタル信号値に変換する等の機能を有する入力回路5a、中央演算処理回路(以下「 $\text{CPU}$ 」という)5b、 $\text{CPU5b}$ で実行される各種演算プログラム及び演算結果等を記憶する記憶手段5c、前記燃料噴射弁6に駆動信号を供給する出力回路5d等から構成される。

【0022】 $\text{CPU5b}$ は、上述の各種エンジンパラメータ信号に基づいて、種々のエンジン運転状態を判別するとともに、該判別されたエンジン運転状態に応じて、次式(1)に基づき、前記 $\text{TDC}$ 信号パルスに同期して開弁作動する燃料噴射弁6の燃料噴射時間 $TOUT$ を演算する。

出される検出当量比 $KACT$ が目標当量比 $KCMD$ に一致するように $\text{PID}$ 制御により算出される空燃比補正係数である。 $K1$ 及び $K2$ は夫々各種エンジンパラメータ信号に応じて演算される他の補正係数および補正変数であり、エンジン運転状態に応じた燃費特性、エンジン加速特性等の諸特性の最適化が図れるような所定値に決定される。 $\text{CPU5b}$ は上述のようにして求めた燃料噴射時間 $TOUT$ に基づいて燃料噴射弁6を開弁させる駆動信号を出力回路5dを介して燃料噴射弁6に供給する。

【0025】図2は、前記式(1)に適用される目標空燃比係数 $KCMD$ を算出する処理のフローチャートである。本処理は一定時間毎に $\text{CPU5b}$ で実行される。ステップS21では、リーン運転中か否か、すなわち通常制御時に後述するステップS28で記憶された目標空燃比係数 $KCMD$ の記憶値 $KCMDB$ が「1.0」より小さいか否かを判別する。その結果、 $KCMDB \geq 1.0$ であってリーン運転中でないときは、直ちにステップS25に進み、還元リッチ化実行中であることを「1」で

示すリッチ化フラグFRROKを「0」に設定し、さらに後述するステップS32で参照するダウンカウントタイマ $t_{mRR}$ に還元リッチ化時間TRR（例えば5～10秒）をセットしてスタートさせる（ステップS26）。次いで、通常制御、すなわちエンジン運転状態に応じて目標空燃比係数KCMDの設定を行う（ステップS27）。目標空燃比係数KCMDは、基本的には、エンジン回転数NE及び吸気管内絶対圧PBAに応じて算出し、エンジン水温TWの低温状態や所定の高負荷運転状態では、それらの運転状態に応じた値に変更される。次いでステップS27で算出した目標空燃比係数KCMDを記憶値KCMDとして記憶して（ステップS28）、本処理を終了する。

【0026】ステップS21でKCMD<1.0であってリーン運転中であるときは、エンジン回転数NE及び吸気管内絶対圧PBAに応じて、次のステップS23で使用する増分値ADDNO<sub>x</sub>を決定する（ステップS22）。増分値ADDNO<sub>x</sub>は、リーン運転中に単位時間当たり排出されるNO<sub>x</sub>量に対応するパラメータであり、エンジン回転数NEが増加するほど、また吸気管内絶対圧PBAが増加するほど、増加するように設定されている。

【0027】ステップS23では、下記式にステップS22で決定した増分値ADDNO<sub>x</sub>を適用し、NO<sub>x</sub>量カウンタCNO<sub>x</sub>をインクリメントする。これによりNO<sub>x</sub>排出量、すなわちNO<sub>x</sub>吸収剤に吸収されたNO<sub>x</sub>量に相当するカウント値が得られる。

$$CNO_x = CNO_x + ADDNO_x$$

【0028】続くステップS24では、NO<sub>x</sub>量カウンタCNO<sub>x</sub>の値が、許容値CNO<sub>xREF</sub>を越えたか否かを判別する。この答が否定（NO）であるときは、前記ステップS25に進み、通常制御、すなわちエンジン運転状態に応じた目標空燃比係数KCMDの設定を行う。許容値CNO<sub>xREF</sub>は、NO<sub>x</sub>吸収剤の最大NO<sub>x</sub>吸収量より若干小さいNO<sub>x</sub>量に対応する値に設定される。

【0029】ステップS24で、CNO<sub>x</sub>>CNO<sub>xREF</sub>となると、リッチ化フラグFRROKを「1」に設定し（ステップS30）、目標空燃比係数KCMDを空燃比14.0相当程度の値に対応するリッチ化所定値KCMDRに設定し、還元リッチ化を実行する（ステップS31）。そして、タイマ $t_{mRR}$ の値が「0」か否かを判別し（ステップS32）、 $t_{mRR}>0$ である間は直ちに本処理を終了し、 $t_{mRR}=0$ となるとリッチ化フラグFRROKを「0」に設定するとともにNO<sub>x</sub>量カウンタCNO<sub>x</sub>の値を「0」にリセットする（ステップS33）。これにより、次回からはステップS24の答が否定（NO）となるので、通常制御に移行する。

【0030】図2の処理によれば、リーン運転可能なエンジン運転状態においては、図3に示すように間欠的に

（時刻 $t_1 \sim t_2$ 、 $t_3 \sim t_4$ 及び $t_5 \sim t_6$ の期間）還元リッチ化が実行され、NO<sub>x</sub>浄化装置15のNO<sub>x</sub>吸収剤に吸収されたNO<sub>x</sub>が適宜放出される。

【0031】図4及び5は、三元触媒14及びNO<sub>x</sub>浄化装置15の劣化判定を行う処理のフローチャートである。本処理は、所定時間（例えば10msec）毎に実行される。ステップS40では、この劣化判定が終了したことを「1」で示す終了フラグFNOXMENDが「1」か否かを判別し、FNOXMEND=1であって既に劣化判定が終了しているときは、ステップS45に進む。またFNOXMEND=0であって劣化判定が終了していないときは、後述する第2のアップカウントタイマ $t_{mMON2}$ による計測が終了したことを「1」で示す計測完了フラグFLRが「1」であるか否かを判別し（ステップS41）、FLR=1であるときは、直ちにステップS62（図5）に進む。

【0032】ステップS41でFLR=0であるときは、リーン運転の実行条件成立後、所定時間TLBCNTが経過したか否かを判別し（ステップS42）、経過していないときはステップS45に進み、経過しているときはリッチ化フラグFRROKが「1」か否かを判別する（ステップS43）。FRROK=0であって還元リッチ化が実行されないときは、ステップS45に進み、劣化モニタフラグFCATMONを「0」に設定し、次いで劣化判定用の第1のアップカウントタイマ $t_{mMON1}$ 、第2のアップカウントタイマ $t_{mMON2}$ 及び第3のアップカウントタイマ $t_{mMON3}$ をそれぞれ「0」に設定するとともに、これらのタイマ $t_{mMON1}$ 、 $t_{mMON2}$ または $t_{mMON3}$ による計測が開始されたことを「1」で示す第1～第3のタイマ作動フラグFTMR1、FTMR2及びFTMR3、並びに前記計測完了フラグFLRをいずれも「0」に設定して（ステップS47）、本処理を終了する。

【0033】ステップS43でFRROK=1であって還元リッチ化が実行されているときは、劣化モニタフラグFCATMONを「1」に設定し（ステップS44）、LAFセンサ17の出力VLAFが所定出力値VLAFREF（例えば理論空燃比相当の値）より高い（空燃比リッチを示す）か否かを判別する（ステップS46）。VLAF≤VLAFREFである間は前記ステップS47に進み、VLAF>VLAFREFとなるとステップS48に進んで、第1のタイマ作動フラグFTMR1が「1」か否かを判別する。最初はFTMR1=0であるので、第1のタイマ $t_{mMON1}$ をスタートさせるとともに、第1のタイマ作動フラグFTMR1を「1」に設定して（ステップS49）、ステップS50に進む。その後は、FTMR1=1となるのでステップS48から直ちにステップS50に進む。

【0034】ステップS50では、O2センサ18の出力SVO2が理論空燃比相当の値より若干高い所定出力

値 $SVO2REF$ より高いか否かを判別する。最初は、空燃比リッチ化の影響が三元触媒14の下流側には表れないので $SVO2 \leq SVO2REF$ であり、直ちにステップS62に進み、リッチ化フラグ $FRROK$ が「0」か否かを判別する。そして $FRROK=1$ であって還元リッチ化実行中は、直ちに本処理を終了する。

【0035】ステップS50で、 $SVO2 > SVO2REF$ となると、タイマ $t_{mMON1}$ を停止させ（ステップS51）、第2のタイマ作動フラグ $FTMR2$ が「1」であるか否かを判別する。最初は $FTMR2=0$ であるので、第2のタイマ $t_{mMON2}$ をスタートさせるとともに、第2のタイマ作動フラグ $FTMR2$ を「1」に設定して（ステップS53）、ステップS54に進む。その後は、 $FTMR2=1$ となるのでステップS52から直ちにステップS54に進む。

【0036】ステップS54では、O2センサ19の出力 $TVO2$ が理論空燃比相当の値より若干高い所定出力値 $TVO2REF$ より高いか否かを判別する。最初は、空燃比リッチ化の影響が $NOx$ 浄化装置15の下流側には表れないので $TVO2 \leq TVO2REF$ であり、直ちにステップS62に進み、リッチ化フラグ $FRROK$ が「0」か否かを判別する。そして $FRROK=1$ であって還元リッチ化実行中は、直ちに本処理を終了する。

【0037】ステップS54で、 $TVO2 > TVO2REF$ となると、タイマ $t_{mMON2}$ を停止させ、計測完了フラグ $FLR$ を「1」に設定し（ステップS55）、ステップS62を経由して本処理を終了する。計測完了フラグ $FLR$ が「1」に設定されると、ステップS41から直ちにステップS62に進む処理を繰り返し、還元リッチ化が終了すると、すなわち目標空燃比係数 $KCMD$ がリッチ化所定値 $KCMDR$ から1.0より小さいリーン空燃比相当の値に変更されると、 $FRROK=0$ となるので、ステップS62からステップS63に進み、O2センサ18の出力 $SVO2$ が前記所定出力値 $SVO2REF$ より低いかなんかを判別する。そして $SVO2 \geq SVO2REF$ である間は直ちに本処理を終了し、 $SVO2 < SVO2REF$ となると、第3のタイマ作動フラグ $FTMR3$ が「1」であるか否かを判別する（ステップS64）。最初は $FTMR3=0$ であるので、第3の

$$t_{mMON2C} = t_{mMON2} \times KMON2$$

$$- t_{mMON3} \times KMON3 \quad (2)$$

第2のタイマ $t_{mMON2}$ の値は、小さいほど $NOx$ 浄化装置15が劣化度合いが進んでいることを示すが、三元触媒14の劣化度合いによって変化するため、三元触媒の劣化度合いに応じた三元触媒補正係数 $KMON2$ を乗算することにより、三元触媒の劣化度合いの影響を除くようにしている。また第2及び第3のタイマ $t_{mMON2}$ 、 $t_{mMON3}$ の値には、O2センサ18及び19の応答特性（応答時間）のばらつきによるずれと、排気がO2センサ18からO2センサ19まで達するのに要する時間

タイマ $t_{mMON3}$ をスタートさせるとともに、第3のタイマ作動フラグ $FTMR3$ を「1」に設定して（ステップS65）、ステップS66に進む。その後は、 $FTMR3=1$ となるのでステップS64から直ちにステップS66に進む。

【0038】ステップS66では、O2センサ19の出力 $TVO2$ が前記所定出力値 $TVO2REF$ より低いかなんかを判別する。 $TVO2 \geq TVO2REF$ である間は直ちに本処理を終了し、 $TVO2 < TVO2REF$ となると、第3のタイマ $t_{mMON3}$ を停止させ（ステップS67）、第1のタイマ $t_{mMON1}$ の値が第1の判定基準時間 $TWCREF$ より小さいかなんかを判別する（ステップS70）。タイマ $t_{mMON1}$ の値は、その値が小さいほど三元触媒14が劣化していること、すなわち三元触媒14の劣化度合いを示すので、 $t_{mMON1} \geq TWCREF$ であるときは、三元触媒14は正常と判定し（ステップS72）、 $t_{mMON1} < TWCREF$ であるときは、三元触媒14が劣化していると判定し（ステップS71）、ステップS73に進む。

【0039】ステップS73では、第1のタイマ $t_{mMON1}$ の値に応じて図6に示す $KMON2$ テーブルを検索し、三元触媒補正係数 $KMON2$ を算出する。 $KMON2$ テーブルは、第1のタイマ $t_{mMON1}$ の値が小さくなるほど、すなわち三元触媒14の劣化度合いが大きくなるほど、三元触媒補正係数 $KMON2$ が増加するように設定されている。続くステップS74では、直前の還元リッチ化の開始時点から現時点までの期間におけるエンジン運転状態の変化、具体的にはエンジン回転数 $NE$ の変化量 $DNE$ 及び吸気管内絶対圧 $PBA$ の変化量 $DPBA$ に応じて、運転状態補正係数 $KMON3$ を算出する。運転状態補正係数 $KMON3$ は、エンジン運転状態がほとんど変化していなければ1.0に設定され、エンジン1の排気流量が増加する方向にエンジン運転状態が変化したときは、1.0より小さい値に設定され、逆に排気流量が減少する方向に変化したときは、1.0より大きな値に設定される。

【0040】続くステップS75では、下記式（2）により補正タイマ値 $t_{mMON2C}$ を算出する。

とが含まれている。2つのタイマ値に含まれるO2センサ18及び19の応答特性のばらつきによるずれは、 $t_{mMON2}$ 及び $t_{mMON3}$ を計測する短時間の間はほぼ一定と考えられるが、排気がO2センサ18からO2センサ19まで移動する移動時間は排気流速に依存するため、エンジン運転状態の変化に応じて変化すると考えられる。そこで、運転状態補正係数 $KMON3$ を第3のタイマ $t_{mMON3}$ の値に乗算して補正し、補正後のタイマ値（ $= t_{mMON3} \times KMON3$ ）を、式（2）の



右辺第1項から減算することにより、O2センサ18, 19の応答特性のばらつきの影響及び排気の移動時間の影響を除くようにし、より正確な劣化判定を可能としている。

【0041】タイマ $t_{mMON3}$ により計測される時間は、NOx浄化装置15の劣化度合には大きく依存せず、主としてO2センサ18, 19の遅延特性のばらつきが反映されることが実験的に確認されている。ステップS76では、補正タイマ値 $t_{mMON2C}$ が第2の判定基準時間 $TNOXREF$ より小さいか否かを判別する。第2のタイマ $t_{mMON2}$ の値は、その値が小さいほどNOx浄化装置15が劣化していることを示すので、 $t_{mMON2C} > TNOXREF$ であるときは、NOx浄化装置15は正常と判定し(ステップS78)、 $t_{mMON2C} \leq TNOXREF$ であるときは、NOx浄化装置15が劣化していると判定する(ステップS77)、次いで終了フラグ $FNOMEND$ を「1」に設定して(ステップS79)、本処理を終了する。

【0042】第1の判定基準時間 $TWCREF$ は、例えば三元触媒14の酸素蓄積能力が新品の50%程度となったときの遅れ時間に対応するように実験により決定され、第2の判定基準時間 $TNOXREF$ は、例えばNOx吸収剤のNOx吸収能力が熱劣化によってほとんどなくなった状態(完全熱劣化状態)の遅れ時間に対応するように実験により決定される。なお、補正タイマ値 $t_{mMON2C}$ は、新品の状態、50Kマイル走行時の状態、NOx吸収剤が硫黄被毒した状態、完全熱劣化状態の順に小さくなるので、第2の判定基準時間 $TNOXREF$ は、50Kマイル走行時の状態あるいは硫黄被毒状態を判定するためにより長い時間に設定するようにしてもよい。

【0043】図4, 5の処理によれば、リーン運転が継続し所定時間 $TLBCNT$ 経過して、NOx吸収剤に劣化検出が可能な量までNOxを吸収させた後において還元リッチ化が実行されるときに(空燃比をリーン空燃比からリッチ空燃比に変化させるときに)、図7に示すように、三元触媒14の上流側に設けられたLAFセンサ17の出力LAFが所定出力値 $V_{LAFREF}$ を越えた時点 $t_{11}$ から、三元触媒14の下流側に設けられたO2センサ18の出力 $SVO2$ が所定出力値 $SVO2REF$ を越える時点 $t_{12}$ までの第1の遅れ時間 $TMON1$ が第1のタイマ $t_{mMON1}$ により計測され、次いで、O2センサ18の出力 $SVO2$ が所定出力値 $SVO2REF$ を越えた時点 $t_{12}$ から、NOx浄化装置15の下流側に設けられたO2センサ19の出力 $TVO2$ が所定出力値 $TVO2REF$ を越える時点 $t_{13}$ までの第2の遅れ時間 $TMON2$ が第2のタイマ $t_{mMON2}$ により計測される。さらに還元リッチ化を終了するとき(空燃比をリッチ空燃比からリーン空燃比に変化させるとき)に、O2センサ18の出力 $SVO2$ が所定出力値 $VO2$

$REF$ を下回った時点 $t_{14}$ から、O2センサ19の出力 $TVO2$ が所定出力値 $TVO2REF$ を下回る時点 $t_{15}$ までの第3の遅れ時間 $TMON3$ が計測される。なお、NOx吸収剤の劣化検出が可能なNOx量とは、例えば劣化判定の基準をNOxの吸収能力がほとんどなくなった状態を判定するように設定する場合には、そのような状態において吸収可能なNOx量以上のNOx量であり、新品の50%程度の吸収能力となった状態を判定する場合には、最大吸収量の50%以上のNOx量である。

【0044】第1の遅れ時間 $TMON1$ は、三元触媒14の劣化度合を示すパラメータである。また、第2の遅れ時間 $TMON2$ は、NOx吸収剤に吸収されたNOxが全て放出されるの要する時間に対応しており、NOx吸収剤のNOx吸収能力を示している。すなわち、第2の遅れ時間 $TMON2$ が短いほど、NOx吸収能力が低下していることを示すので、これを用いてNOx浄化装置15の劣化判定を行うことができる。ただし、本実施形態では、NOx浄化装置15の上流側に配置される三元触媒14の劣化度合によって第2の遅れ時間 $TMON2$ が変化すること、より具体的には、三元触媒14の劣化度合が大きいほど、その下流側において酸素濃度が低下するタイミングが早くなり、かつ還元作用を有するHC、COの濃度も大きくなることにより、NOx吸収剤に吸収されたNOx量が同じであってもその還元に必要な時間、すなわち第2の遅れ時間 $TMON2$ が短くなることを考慮し、三元触媒補正係数 $KMON2$ よりタイマ値 $t_{mMON2}$ (=第2の遅れ時間 $TMON2$ )を補正し、補正タイマ値 $t_{mMON2C}$ が、第2の判定基準時間 $TNOXREF$ より低下したとき、NOx吸収剤の劣化と判定するようにしている。これにより、三元触媒14の劣化度合に拘わらず、NOx浄化装置15の劣化判定を正確に行うことができる。

【0045】さらに本実施形態では、第3の遅れ時間 $TMON3$ をエンジン運転状態の変化(時刻 $t_{11}$ から $t_{15}$ 間での期間内における変化)に応じた運転状態補正係数 $KMON3$ で補正して、該補正後の第3の遅れ時間 $TMON3$ を三元触媒補正係数 $KMON2$ による補正後の第2の遅れ時間 $TMON2$ から減算するようにしたので、O2センサ18, 19の応答特性のばらつきの影響を排除して、より正確な劣化判定を行うことができる。

【0046】このように本実施形態では、NOx浄化装置15の上流側に配置された三元触媒14の劣化度合に応じて、第2の遅れ時間 $TMON2$ を補正し、さらに第3の遅れ時間 $TMON3$ により補正を行い、補正後の遅れ時間( $t_{mMON2C}$ )によりNOx浄化装置15の劣化を判定するようにしたので、三元触媒14の劣化度合やO2センサの特性ばらつきの影響を受けることなく、正確な劣化判定を行うことができる。

【0047】本実施形態では、O2センサ18, 19が



それぞれ第1及び第2の酸素濃度センサに相当する。また、図4のステップS50、S52～S55が第1の計測手段に相当し、図5のステップS62～S67が第2の計測手段に相当し、図5のステップS73～S78が劣化判定手段に相当する。また、第2の遅れ時間TMON2が、請求項1の第1の応答遅れ時間に対応し、第3の遅れ時間TMON3が、請求項1の第2の応答遅れ時間に対応する。

【0048】なお、本発明は上述した実施形態に限るものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上述した実施形態では、第1～第3の遅れ時間TMON1、TMON2及びTMON3の1回の計測値を用いて劣化判定を行うようにしたが、例えば10回程度の複数回第1～第3の遅れ時間TMON1、TMON2、TMON3の計測を行い、その平均値を用いて判定することが望ましい。

【0049】また三元触媒14の劣化度合を判定する手法は、例えば特開平6-212955号公報に示されるような他の公知の手法を使用するようにしてもよい。また上述した実施形態では、三元触媒14の劣化度合に応じて第2の遅れ時間TMON2 (tmMON2) を補正するようにしたが、これに代えて第2の判定基準時間TNOXREFを三元触媒14の劣化度合に応じて補正するようにしてもよい。その場合には、三元触媒の劣化度合が大きくなるほど判定基準時間TNOXREFが減少するように補正する。

【0050】また還元リッチ化を実行するときのリッチ化所定値KCMDRをエンジン運転状態に応じて変更する場合には、遅れ時間TMON1、TMON2は、KCMDR値の影響を受けるので、劣化判定に使用する判定基準時間TWCREF及びTNOXREFをKCMDR値が増加するほど、小さな値に設定することが望ましい。

【0051】また上述した実施形態では、三元触媒14の上流側に比例型空燃比センサ(酸素濃度センサ)17を設け、NOx浄化装置15の上流側及び下流側に二値型の酸素濃度センサ18及び19を設けるようにしたが、酸素濃度センサのタイプ及び配置はどのような組み合わせを採用してもよい。例えばすべての酸素濃度センサを比例型あるいは二値型としてもよい。また上述した実施形態では、三元触媒が設けられている排気浄化システムを示したが、本発明は三元触媒が設けられていない排気浄化システムにも適用可能である。

【0052】

【発明の効果】以上詳述したように請求項1に記載の発

明によれば、機関に供給する混合気空燃比を理論空燃比よりリーン側からリッチ側に切り換えた後に、第1の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値に変化した時点から、第2の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値となる時点までの第1の応答遅れ時間と、空燃比を理論空燃比よりリッチ側からリーン側に切り換えた後に、第1の酸素濃度センサの出力値がリーン空燃比を示す値に変化した時点から、第2の酸素濃度センサの出力値がリーン空燃比を示す値となる時点まで第2の応答遅れ時間とが計測され、これらの第1及び第2の応答遅れ時間に基づいて窒素酸化物浄化手段の劣化が判定される。第2の応答遅れ時間は、窒素酸化物浄化手段が劣化しているか否かには、大きく依存せず、酸素濃度センサの特性ばらつきが反映されるので、窒素酸化物浄化手段の劣化度合が反映される第1の応答遅れ時間とともに、第2の応答遅れ時間を用いて劣化判定を行うことにより、酸素濃度センサの特性ばらつきの影響を排除して、より正確な判定を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる内燃機関及びその制御装置の構成を示す図である。

【図2】目標空燃比係数(KCMD)を算出する処理のフローチャートである。

【図3】リーン運転中における目標空燃比係数の設定を説明するためのタイムチャートである。

【図4】三元触媒及びNOx浄化装置の劣化判定を行う処理のフローチャートである。

【図5】三元触媒及びNOx浄化装置の劣化判定を行う処理のフローチャートである。

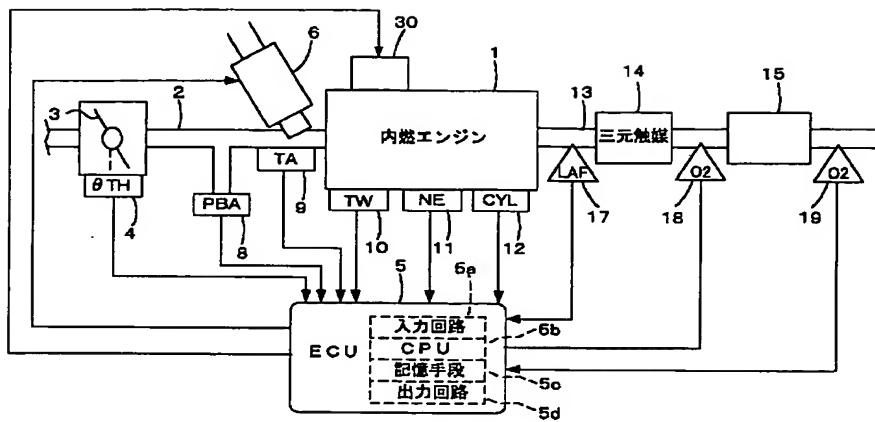
【図6】図5の処理で使用するテーブルを示す図である。

【図7】酸素濃度センサの出力値の推移と遅れ時間(TMON1、TMON2、TMON3)を説明するためのタイムチャートである。

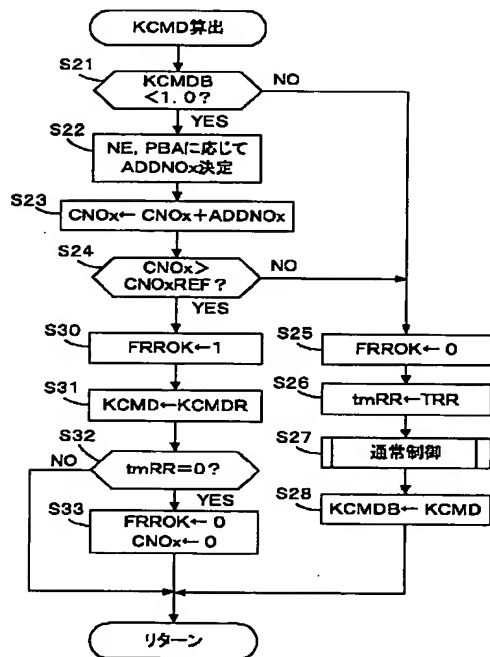
【符号の説明】

- 1 内燃機関
- 5 電子コントロールユニット(第1の計測手段、第2の計測手段、劣化判定手段)
- 6 燃料噴射弁
- 13 排気管
- 14 三元触媒
- 15 NOx浄化装置(窒素酸化物浄化手段)
- 18 二値型O2センサ(第1の酸素濃度センサ)
- 19 二値型O2センサ(第2の酸素濃度センサ)

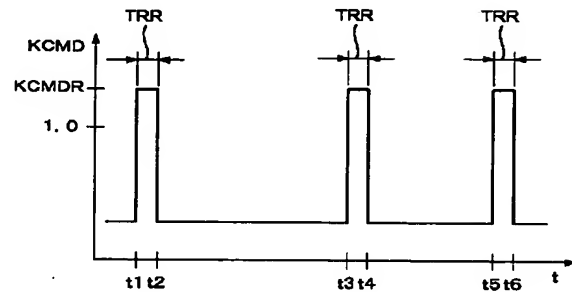
【図1】



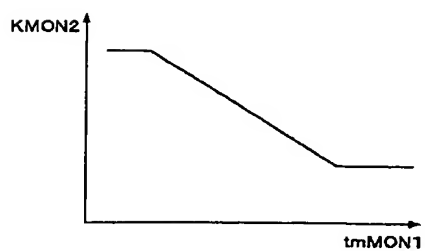
【図2】



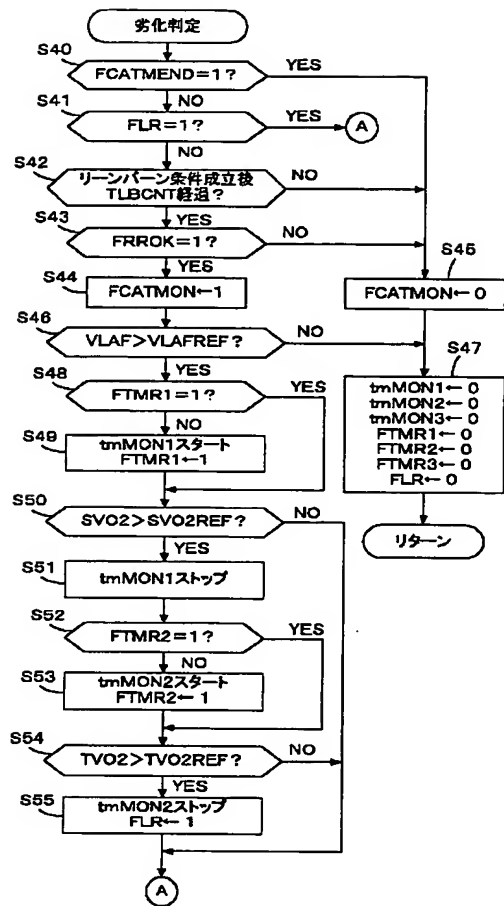
【図3】



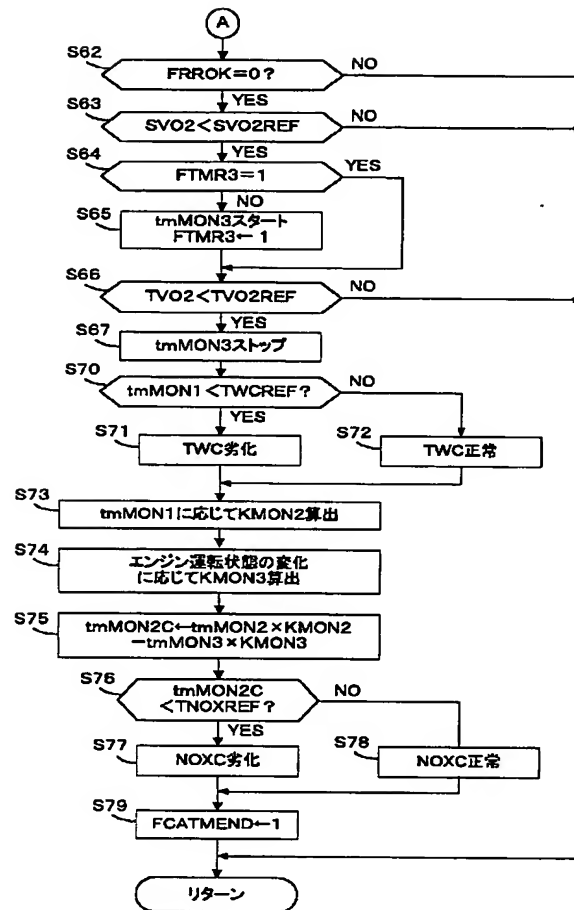
【図6】



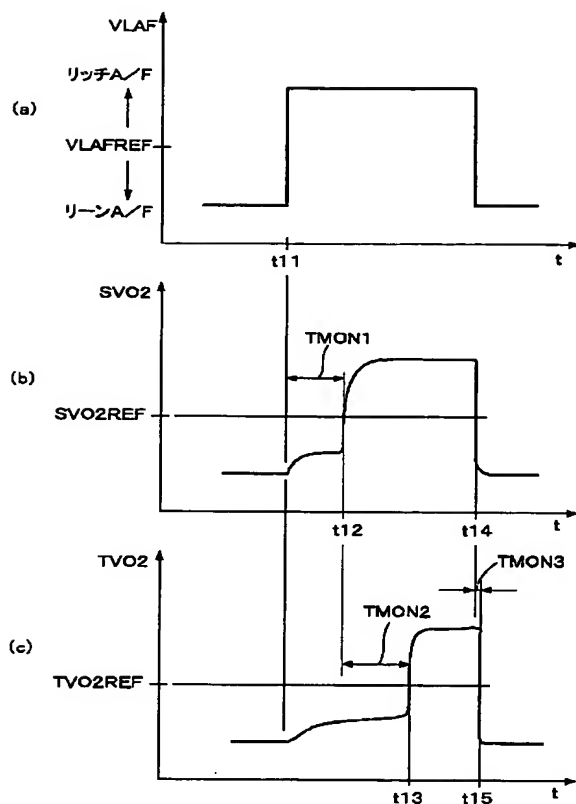
【図4】



【図5】



【図7】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年9月14日(1999. 9. 14)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正内容】

【0039】ステップS73では、第1のタイマ $t_{mMON1}$ の値に応じて図6に示す $K_{MON2}$ テーブルを検索し、三元触媒補正係数 $K_{MON2}$ を算出する。 $K_{MO}$

$N2$ テーブルは、第1のタイマ $t_{mMON1}$ の値が小さくなるほど、すなわち三元触媒14の劣化度合が大きくなるほど、三元触媒補正係数 $K_{MON2}$ が増加するように設定されている。続くステップS74では、直前の還元リッチ化の開始時点から現時点までの期間におけるエンジン運転状態の変化、具体的にはエンジン回転数 $NE$ の変化量 $\Delta NE$ 及び吸気管内絶対圧 $P_{BA}$ の変化量 $\Delta P_{BA}$ に応じて、運転状態補正係数 $K_{MON3}$ を算出する。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F02D 45/00

識別記号

368

FI

F02D 45/00

テームド(参考)

368G

Fターム(参考) 3G084 AA04 BA09 BA13 BA23 DA02  
DA27 EA04 EA07 EA11 EB11  
EB22 EC01 FA02 FA11 FA20  
FA30 FA38 FA39  
3G091 AA12 AA17 AA23 AA28 AB03  
AB05 AB06 BA33 CB02 DB07  
DB08 DB10 EA30 EA33 EA34  
FB10 FB12 GB02Y GB03Y  
GB05W GB06W GB07W HA08  
HA36 HA37 HA42  
3G301 HA15 HA19 JA02 JA03 JA08  
JB09 LA07 LC01 LC08 MA01  
MA11 NA08 NB03 ND01 ND17  
NE14 NE15 NE23 PA07Z  
PA10Z PD03A PD04A PD09A  
PD09B PD09Z PE01Z PE03Z  
PE04Z PE05Z PE08Z